

2. 想定地震の設定

2.1 全想定地震の概要

今回の地震被害想定における想定地震の基本的な考え方は、平成 23 年度に行われた秋田県地震被害想定調査検討委員会における意見を反映したものである。その基本的な考え方は次のとおりである。

- 1) 東日本大震災の経験を考慮すると、これまで想定していた地震の規模を超えた条件での想定が必要と考える。
- 2) 震源断層の評価は、地震調査研究推進本部での研究成果を活用するが、そこでは地表に地震断層が表れていない地震(仙北地震)についての検討がなされていない。しかし、地表に地震断層が表れていない地震であっても強震動をもたらすことは平成 12 年鳥取県西部地震、平成 19 年新潟県中越地震及び岩手・宮城内陸地震の例でも明らかである。さらに、平成 23 年 3 月 11 日以降は、秋田県内でこれまで地震活動が低調であった場所でも、局所的に強い揺れを伴う浅い地震の活動が活発になっている。したがって、明瞭な断層地形が認められない地域の地下で発生する地震の想定も必要である。
- 3) 地震の震動が波として震源の周囲に伝わっていくことを考慮する場合、県境に隣接した地域で発生する地震についても考慮が必要である。
- 4) 連動地震は、東日本大震災の発生機構を考慮して導入した。この連動地震については、陸域の地震、海域の地震の両方について想定する。
- 5) 海域については、日本海東縁部プレート境界の地震について、単独地震、連動地震を想定する。

以上の考え方に基づいて、平成 24 年度の地震・地質専門部会、津波専門部会において、想定地震を検討した結果、表-2.1.1、表-2.1.2 及び図-2.1.1、図-2.1.2 に示すような想定地震(陸域 21 パターン+海域 6 パターン=全 27 パターン)を設定した。

表-2.1.1 陸域の想定地震(全21パターン)

区分	ID	震源、想定地震	推本 長期評価	推本長期評価あるいは 想定した地震規模		傾斜角		すべり角 (°)	断層モデル 上端深さ Hs(km)	断層 モデル長さ L _{model} (km)	断層 モデル幅 W _{model} (km)	断層 モデル面積 S _{model} (km ²)	断層モデル 下端深さ Hd(km)	地震モーメント M ₀ (Nm)	モーメント マグニチュード M _w	静的 応力降下量 (MPa)	平均 すべり量 D _{model} (m)	平成8年度調査		
				断層長さL(km)	マグニチュードM _j	傾斜方向	(°)											対象	M _j	L(km)
県内 単独 地震	1	能代断層帯		22	7.1	東傾斜	45	90	3	24	18	432	16	9.83E+18	6.6	2.7	0.7	地震B	7.0	32
	2	花輪東断層帯		19	7.0	東傾斜	45	90	3	20	20	400	17	7.39E+18	6.5	2.2	0.6			
	3	男鹿地震		20	7.0	東傾斜	45	90	3	20	20	400	17	8.17E+18	6.5	2.5	0.7			
	4	天長地震		26	7.2	東傾斜	45	90	3	26	20	520	17	1.36E+19	6.7	2.8	0.8	地震A	7.2	40
	5	秋田仙北地震震源北方		26	7.2	西傾斜	45	90	3	26	20	520	17	1.36E+19	6.7	2.8	0.8			
	6	北由利断層		30	7.3	東傾斜	45	90	3	32	18	576	16	1.80E+19	6.8	3.2	1.0			
	7	秋田仙北地震		32	7.3	西傾斜	45	90	3	32	20	640	17	2.04E+19	6.8	3.1	1.0	地震D	7.1	35
	8	横手盆地東縁断層帯北部		26	7.2	東傾斜	25	90	3	28	18	504	11	1.36E+19	6.7	2.9	0.9	地震C	7.2	40
	9	横手盆地東縁断層帯南部		30	7.3	東傾斜	45	90	3	32	18	576	16	1.80E+19	6.8	3.2	1.0			
	10	真昼山地東縁断層帯北部		21	7.0	西傾斜	40	90	3	22	18	396	15	8.98E+18	6.6	2.8	0.7			
	11	真昼山地東縁断層帯南部		17	6.9	西傾斜	45	90	3	18	18	324	16	5.95E+18	6.4	2.5	0.6			
	12	象潟地震		30	7.3	東傾斜	45	90	3	30	20	600	17	1.80E+19	6.8	3.0	1.0			
県内 連動 地震	13	横手盆地 真昼山地連動		94	8.1	-	-	-	3	94	-	1880	-	1.67E+20	7.4	-	-			
		横手盆地東縁断層帯セグメント		56	7.7	東傾斜	25	90	3	56	20	1120	11	6.08E+19	7.1	4.0	1.7			
		真昼山地東縁断層帯セグメント		38	7.5	西傾斜	40	90	3	38	20	760	16	2.85E+19	6.9	3.3	1.2			
	14	秋田仙北地震震源北方 秋田仙北 地震連動		54	7.7	西傾斜	45	90	3	54	20	1080	17	5.66E+19	7.1	3.9	1.7			
	15	天長地震 北由利断層連動		64	7.8	東傾斜	45	90	3	64	20	1280	17	7.89E+19	7.2	4.2	2.0			
隣接 地域 単独 地震	16	津軽山地西縁断層帯南部		23	7.1	東傾斜	45	90	3	24	18	432	16	1.07E+19	6.6	2.9	0.8			
	17	折爪断層		47	7.6	西傾斜	45	90	2	48	18	864	15	4.32E+19	7.0	4.1	1.6			
	18	雫石盆地西縁断層帯		17	6.9	西傾斜	45	90	2	18	18	324	15	5.95E+18	6.4	2.5	0.6			
	19	北上低地西縁断層帯(北側)		62	7.8	西傾斜	35	90	3	38	18	1152	13	7.42E+19	7.2	4.6	2.1			
		北上低地西縁断層帯(南側)	35				90	3	26	18	13									
	20	庄内平野東縁断層帯		38	7.5	東傾斜	45	90	3	40	18	720	16	2.85E+19	6.9	3.6	1.3			
21	新庄盆地断層帯		23	7.1	東傾斜	45	90	3	24	18	432	16	1.07E+19	6.6	2.9	0.8				

表-2.1.2 海域の想定地震(全6パターン)

区分	ID	震源、想定地震	関連震源	想定した地震規模		傾斜角		すべり角 (°)	断層モデル 上端深さ Hs(km)	断層 モデル長さ L _{model} (km)	断層 モデル幅 W _{model} (km)	断層 モデル面積 S _{model} (km ²)	断層モデル 下端深さ Hd(km)	地震モーメント M ₀ (Nm)	モーメント マグニチュード M _w	平均 すべり量 D _{model} (m)	備考
				断層長さL(km)	マグニチュードM _j	(°)	(°)										
単 独 地 震	22	海域A	日本海中部	130	7.9	東傾斜	35	90	0	130	50	6,500	29	6.85E+20	7.82	3.0	
	23	海域B	佐渡北方沖、秋田沖、 山形県沖	140	7.9	東傾斜	35	90	0	140	54	7,560	31	8.59E+20	7.89	3.2	小断層を2km×2km でモデル化
	24	海域C	新潟県北部沖、山形県沖	80	7.5	西傾斜	55	90	0	80	32	2,560	26	1.69E+20	7.42	1.9	
連 動 地 震	25	海域A+B	新潟県北部沖、山形県沖	270	8.5	東傾斜	20	90	0	270	105	28,350	36	6.24E+21	8.46	6.3	
	26	海域B+C	佐渡北方沖、秋田沖、 山形県沖	220	8.3	東傾斜	20	90	0	220	85	18,700	29	3.34E+21	8.28	5.1	小断層を5km×5km でモデル化
	27	海域A+B+C	新潟県北部沖、山形県沖	350	8.7	東傾斜	20	90	0	350	135	47,250	46	1.34E+22	8.69	8.1	

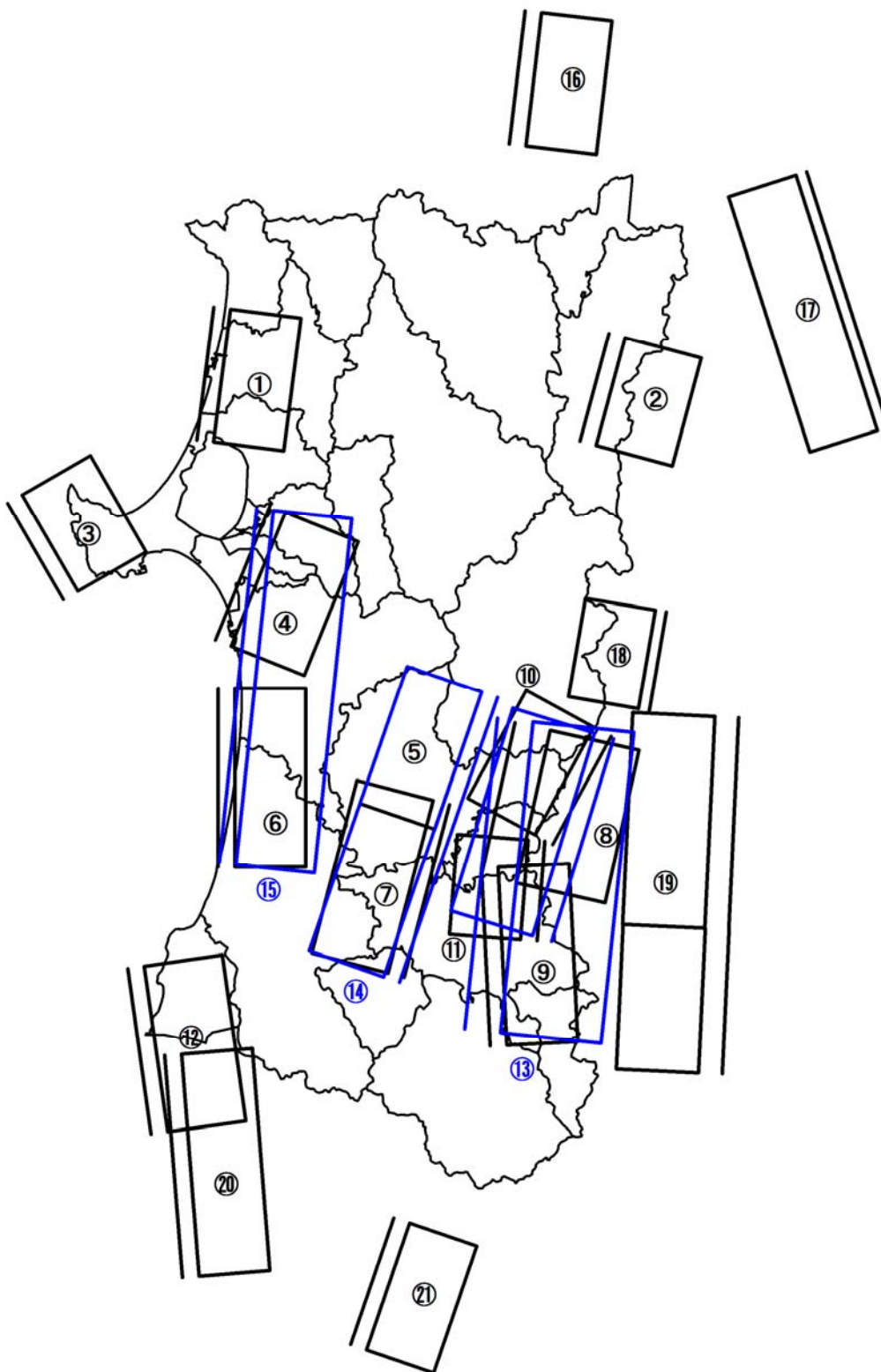


図-2.1.1 陸域の想定地震の震源域(青色：連動地震)

矩形で表示されている範囲が震源域であり、線のみ表示しているところは震源断層の地表トレースを示す。

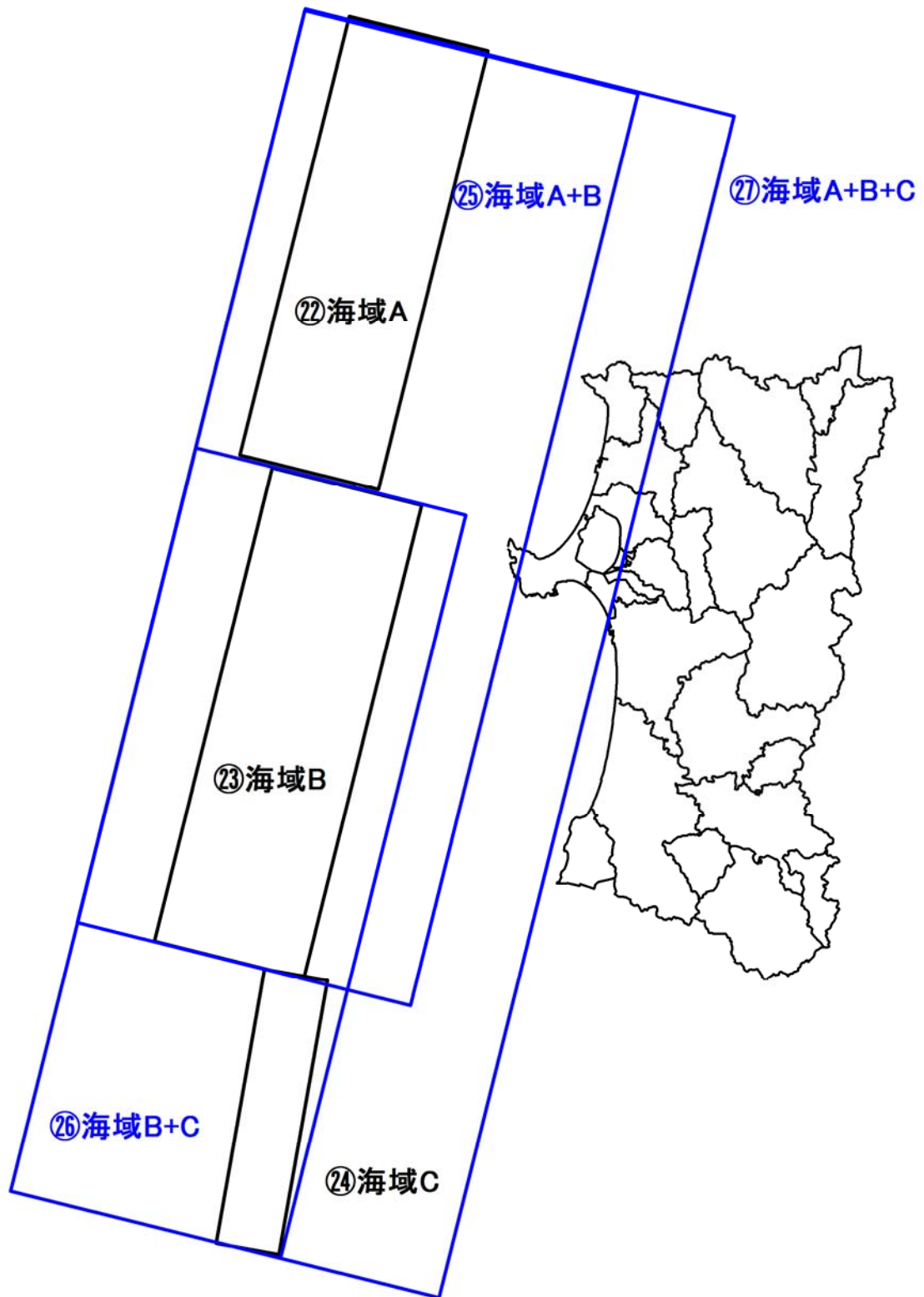


図-2.1.2 海域の想定地震の震源域(青色：連動地震)

2.2 陸域の地震

2.2.1 陸域の単独地震

(1) 震源モデル設定に関する基本事項

- 1) 地震調査研究推進本部(以下、「推本」という)が長期評価を行い、既に震源をモデル化しているもののパラメータについては、これを採用した。
- 2) 推本の長期評価やモデル化がされていないものについては、「日本の地震断層パラメータ・ハンドブック」(1989)、「新編日本の活断層」(1991)などの文献や地形図に基づいて、震源断層の位置・長さ、地震規模(マグニチュード M)を設定した。
- 3) パラメータの設定に用いる式は、推本の「レシピ」(震源断層を特定した地震の強震動予測手法、平成 21 年 12 月 21 日改訂)を原則として用いた。

(2) 震源パラメータ設定手順

- 1) 対象地震に対して震源位置(活断層の地表トレース、微小地震発生域、地形など)から断層長さ L を設定した。断層長さ L と M の関係式(松田 1975) からマグニチュード M を設定した。
- 2) 歴史地震のように、地震被害からマグニチュード M しかわからないものについては、 M を設定した後に、断層長さ L と M の関係式(松田 1975) を用いて、断層長さ L を設定した。
- 3) 1)または2)により、断層長さ L とマグニチュード M が決まると、推本の「レシピ」に記載されている各種パラメータの算定式から、地震モーメント M_0 、断層面積 S 、断層幅 W 、モーメントマグニチュード M_w 、静的応力降下量 が順次求められる。
- 4) 震源の剛性率 μ は、推本のモデルから密度 $\rho=2700\text{kg/m}^3$ 、 S 波速度 $V_s=3.4\text{km/s}$ と仮定して、 $\mu=3.12 \times 10^{10}\text{N/m}^2$ は一定とした。
- 5) 平均すべり量 D は、地震モーメント M_0 と断層面積 S 、震源の剛性率 μ から算出した。
- 6) 断層の走向 は、設定した断層の始点・終点から地図上で読み取った。傾斜角 が既往資料で評価されている場合はそれを用いるが、逆断層(すべり角 $=90^\circ$)であれば、傾斜角は一律 45° を設定した(推本の「レシピ」に準拠)。
- 7) $2\text{km} \times 2\text{km}$ の小断層を念頭に断層長さ L と断層幅 W は 2km の倍数でモデル化した。

2.2.2 陸域の連動地震

(1) 震源モデル設定手順

- 1) 2つの単独地震の震源断層に対して1つの震源域を新たに設定した。
- 2) 連動地震の断層長さ L は、活断層の地表トレースが明らかなものについては、その始点・終点を結んだラインで設定した。地表トレースが不明なものは、単独地震で設定した震源域上面の始点・終点を結んだラインで断層長さ L を設定した。
- 3) マグニチュード M は、2)で設定した断層長さ L から、断層長さ L と M の関係式(松田 1975) を用いて求めた。

松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震 2,28, pp.269-283, 1975.

- 4) 断層長さ L とマグニチュード M が求まると、単独地震と同様に推本の「レシピ」に記されている各種パラメータの算定式から、地震モーメント M_0 、断層面積 S 、断層幅 W 、モーメントマグニチュード M_w 、静的応力降下量 $\Delta\sigma$ 、平均すべり量 D が順次求められる。
- 5) 傾斜角 θ は、単独地震モデルなどを参考に設定した。
- 6) 単独地震と同様に、 $2\text{km} \times 2\text{km}$ の小断層を念頭に断層長さ L と断層幅 W は 2km の倍数でモデル化した。

2.3 海域の地震

2.3.1 震源モデル設定に関する基本事項

- 1) 地震調査研究推進本部による日本海東縁部の地震活動の長期評価(図-2.3.2.1 参照)に示される地殻構造を参考として、海域 A、B、C の各領域で断層長さ L を設定した。
- 2) 震源パラメータの設定に当たっては、マグニチュード M が大きい海溝地震における経験式を用いた(陸域の活断層とは異なる設定方法を用いる)。
- 3) 断層幅 W は、断層長さ L と幅 W の相似則($W/L = 0.38$)を用いて求めた。
- 4) 想定する M は、震源の面積 $S (= L \times W)$ から設定した。
- 5) 震源断層の下限深さは予め規定しない。

2.3.2 震源パラメータ設定手順

1) 断層長さ L

日本海東縁部のひずみ集中帯における地殻構造を参考に、断層長さ L を設定した。

2) 断層幅 W

日本海東縁部の地震の震源の相似則 に基づいて設定した。

$$W/L = 0.38 \quad (2.1)$$

ただし、L、W のモデル化に当たっては、下記の条件で設定した。

- ・連動地震は、5km の倍数 (5km × 5km の小断層)
- ・単独地震は、2km の倍数 (2km × 2km の小断層)

3) 断層面積 S

$$S = L \times W \quad (2.2)$$

4) 傾斜角

傾斜角 は最低値 $= 20^\circ$ とし、連動地震はこれを用いた。単独地震は、 35° を基本とするが、西傾斜の場合は高角でモデル化されているものが多いことから 55° を用いた。

5) マグニチュード M

$$\log S = M - 4.07 \quad (2.3)$$

S : 断層面積 (km^2)、M : マグニチュード

(出典：日本の地震断層パラメーター・ハンドブック(1989)、p.85)

6) 平均すべり量 D、地震モーメント M_0

$$\log M_0 = 1.5M + 16.2 \quad (2.4)$$

$$\log D = 0.5M - 1.40 \quad (2.5)$$

M_0 : 地震モーメント (dyne-cm)、D : 平均すべり量 (cm)、M : マグニチュード

(出典：日本の地震断層パラメーター・ハンドブック(1989)、p.85)

ただし、平均食い違い量 \bar{u} の表記を平均すべり量 D と書き改めている。)

(2.4)、(2.5)式より M を消去すると次式を得る。

$$\log M_0 = 3.0 \log D + 20.4 \quad (2.6)$$

また、

$$M_0 = \mu DS \quad (2.7)$$

であるから、(2.7)式を(2.6)式に代入して、次式を得る。

$$\log D = 0.5 \log \mu S - 10.2 \quad (2.8)$$

$$D = 10^{-10.2} (\mu S)^{0.5} \quad (2.8)'$$

μ : 岩盤の剛性率(dyne/cm²)、 D : 平均すべり量(cm)、 S : 断層面積(km²)

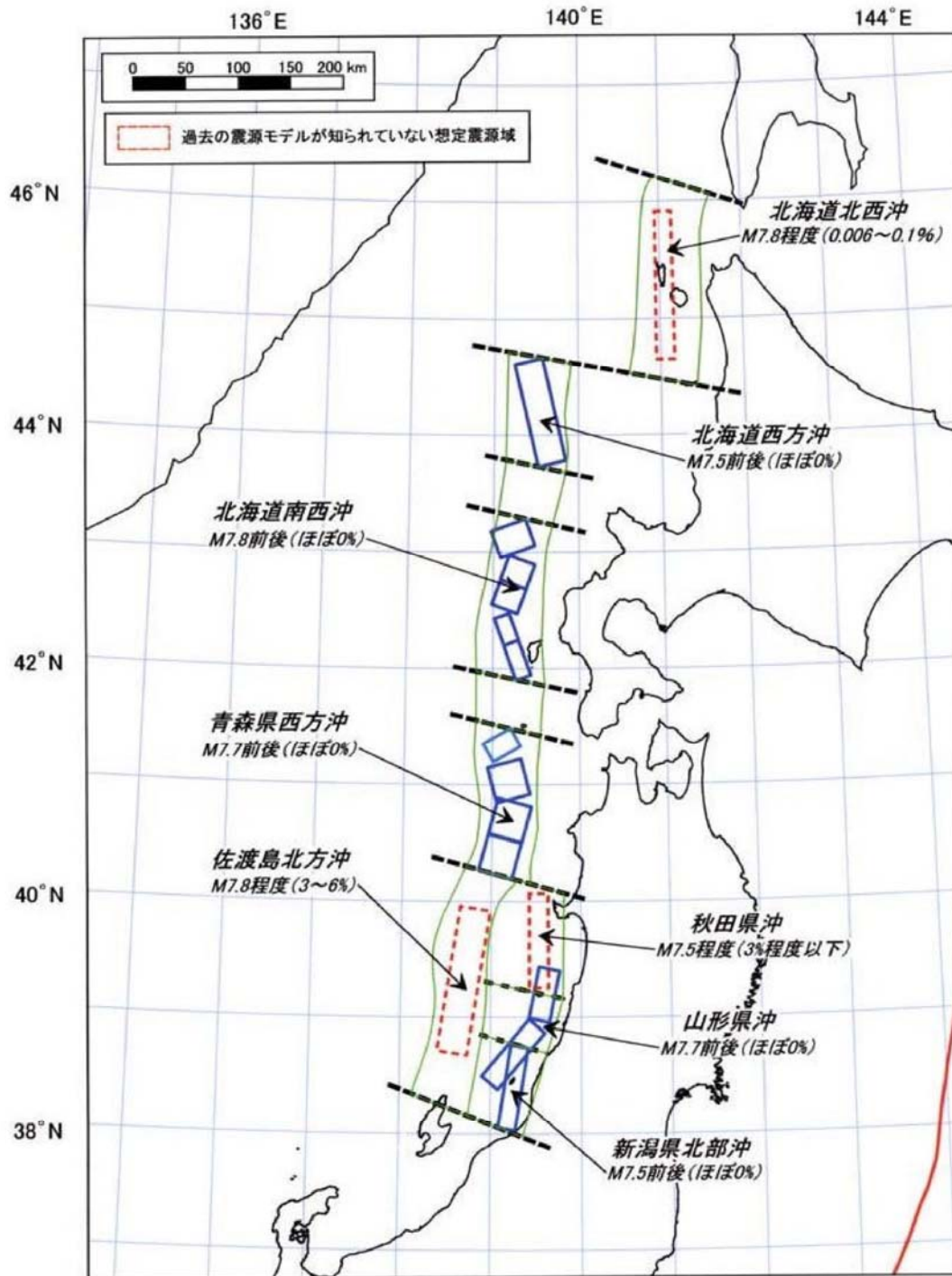


図-2.3.2.1 地震調査研究推進本部による日本海東縁部の地震活動の長期評価
(過去の震源モデル及び想定震源域)

(出典：地震調査研究推進本部，日本海東縁部の地震活動の長期評価について，p.40，平成15年6月20日)

参考 過去に秋田県に影響を及ぼした地震・津波について

参・表-1 に秋田県に被害を及ぼした地震を示し、参・表-2 に秋田県に被害を及ぼした地震津波を示す。被害地震の数は、歴史的にあまり多くない。これは記録が残っていないことがその理由と考えられ、これら以外の地震が発生していないとは限らない。したがって、過去の地震記録は、想定地震の最大値を決める資料にはなりにくい。

参・表-1 秋田県に被害を及ぼした地震

西暦(和暦)	地域(名称)	M	県内の主な被害(カッコは全国での被害)
830年2月3日 (天長7)	出羽(出羽国地震)	7.0~7.5	秋田の城郭や家屋の倒壊により、死者15、負傷者100以上。
1644年10月18日 (正保1)	羽後(羽後本荘地震とも呼ばれる)	6.5±1/4	本荘の城郭の大破や建物の倒壊による死者あり。
1694年6月19日 (元禄7)	能代付近(出羽・津軽地方地震)	7	米代川下流で被害。(秋田・弘前を含め全体では、死者394、負傷者198、家屋倒壊1,273、家屋焼失859。)
1704年5月27日 (宝永1)	羽後・陸奥(出羽・津軽地震)	7.0±1/4	(死者58、住家倒壊435、住家焼失758。)
1804年7月10日 (文化1)	(象潟地震)	7.0±0.1	(死者300以上、倒壊家屋5,000以上)
1810年9月25日 (文化7)	羽後(羽後地方地震)	6.5±1/4	男鹿半島の東半分を中心に被害。死者57、住家全壊1,003。
1833年12月7日 (天保4)	羽前・羽後・越後・佐渡	7.7	象潟で家屋倒壊6、同流失17。
1894年10月22日 (明治27)	(庄内地震)	7	(岩手・山形・宮城・福島で小規模の被害。一関で家屋損壊72など)
1896年8月31日 (明治29)	(陸羽地震)	7.2	死者205、負傷者736、家屋全壊5,682、同焼失32。
1914年3月15日 (大正3)	(秋田仙北地震、強首地震とも呼ばれる。)	7.1	死者94、負傷者324、住家全壊640。
1914年3月28日 (大正3)	秋田県平鹿郡	6.1	沼館町に被害。家屋全壊数戸。
1939年5月1日 (昭和14)	(男鹿地震)	6.8	男鹿半島の頸部に被害。死者27、負傷者52、住家全壊479。
1955年10月19日 (昭和30)	米代川下流(ニツ井地震)	5.9	被害はニツ井町・響村に限られ、負傷者4、住家半壊3、非住家全半壊311、崖崩れ多数。
1964年5月7日 (昭和39)	男鹿半島沖	6.9	住家全壊3。八郎潟の干拓堤防に被害。
1964年6月16日 (昭和39)	(新潟地震)	7.5	死者4、負傷者25、住家全壊8。津波を伴う。
1970年10月16日 (昭和45)	雄勝郡東成瀬村(秋田県南東部地震)	6.2	秋田県・岩手県両県で負傷6、建物半壊20、同全焼1、山・崖崩れ19。
1983年5月26日 (昭和58)	(昭和58年(1983年)日本海中部地震)	7.7	津波と地震動による被害。死者83、負傷者107、建物全壊757、同流失52。
1999年8月11日 (平成8)	秋田・宮城県境	5.9	雄勝町で住家の一部破損9棟、農地及び農業用施設3箇所、国道の法面崩落・路肩陥没29箇所などの被害。
2003年5月26日 (平成15)	宮城県沖	7.1	負傷者6。
2008年6月14日 (平成20)	(平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震)	7.2	行方不明2、負傷者21。
2008年7月24日 (平成20)	岩手県中部〔岩手県沿岸北部〕	6.8	負傷者4。

地震調査研究推進本部の HP 資料(http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/tohoku/p05_akita.htm)を引用し、一部編集した。

参・表-2 秋田県に被害を及ぼした地震・津波

	地震名	マグニチュード(M)	西暦	概要
1	※鳥海山の山体崩壊？		縄文2600～3000年前？	男鹿半島南岩の潮瀬崎の波食台上に津波石とみられる巨礫が散在している。
2	出羽地震	7	850	出羽口地大いに震い、国府井口(山形県飽海郡本楯村樋口)の地山谷所を易ふ。又、海波を颯げ圧死するもの多し。
3	天保羽後本荘地震	6.5～6.9	1644	象潟で大津波が起こり117人溺死という説。
4	出羽・津軽地方地震	6.9	1694	20～30cmの津波があった可能性が示唆される。
5	出羽・津軽地震	7	1704	数値計算により黒崎～大間越(青森)で最大1.4m、岩館～能代1.3m、滝ノ間0.6mの津波があったと推定された。
6	※渡島大島の山体崩壊		1741	渡島半島(北海道)～津軽半島(青森)の日本海側で2～6mの津波、深浦(青森)2.7～3.2mと記載があるが、秋田県については触れられた資料なし。
7	鱒ヶ沢地震	6.9	1793	鱒ヶ沢(青森)で2～3m、死者12 家屋全壊154。秋田県については触れられた資料なし。
8	文化象潟地震	7.1	1804	象潟・関4～5m、仁賀保・金浦3～4m、能代1m、家屋流失200余、地震による死者300～400名、壊家5500戸。
9	羽後地方地震	6.6	1810	男鹿1m、八郎潟で20～30cmの津波が流入。
10	山形県沖地震、佐渡・羽前地震	7.4～7.6	1833	輪島(山形)で最大7.2m、象潟で3～4mの津波、水死者150、家屋流失500余。
11	男鹿地震	7	1939	男鹿で-1m、土崎20～30cm、能代5～10cmの津波(変動域が陸上のため津波は地震の規模の割に低かった)。
12	新潟地震	7.5	1964	新潟県粟島南方沖、震源深さ40km。新潟市内は最大4m、秋田県では男鹿沖に50cm程度の津波が発生した。
13	日本海中部地震	7.7	1983	峰浜村で最大14m、八竜町7m、能代市周辺6～8m、男鹿半島6m、秋田県南部2～3mの津波、津波による死者79人、船舶の沈没・流失・破損679隻の被害が発生した。
14	北海道南西沖地震	7.8	1993	奥尻島の稲穂地区で8.5m、奥尻地区で3.5m、初松前地区で16.8mの津波が発生した。 秋田県では、秋田市で0.7mの津波が観測され、能代市で水道施設1箇所、三種町で溜め池1箇所、八峰町で農業用送水管1箇所、男鹿市で漁船2隻が沈没するなど、合せて614万7千円の被害が発生した。